



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Kórokozók szerepe a kajszi gutaütésében

DOI: 10.54598/005250

Koncz László Sándor
Budapest
2024

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola
tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, *DSc*
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Kertészettudományi Intézet
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezető: dr. Nagy Géza
egyetemi docens, *PhD*
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Növényvédelmi Intézet
Növénykórtani Tanszék

Társtémavezető: dr. Horváthné Petróczy Marietta
egyetemi docens, *PhD*
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Növényvédelmi Intézet
Növénykórtani Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
Témavezető jóváhagyása

.....
Társtémavezető jóváhagyása

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A kajszi termesztése Magyarországon évszázados hagyományokkal bír (Surányi, 2003). Ezalatt meghatározó kertészeti kultúrává vált, és közben termesztési technológiája fokozatos fejlődéseken esett át (Pedryc, 2003). A kajszi termesztése és növényvédelme azonban számos nehezítő körülménnyel terhelt, így azok nagyfokú szakértelmet igényelnek. Ezek közül kiemelkedik a kajszi gutaütése (más néven apoplexia), amely egyáltalán nem új keletű probléma hazánkban, sőt feltehetően egyidős magával a kajszitermesztéssel (Nyujtó és Surányi, 1981; Szalay, 2003). Korábbi munkák alapján hazánkban az apoplexia betegségért főként a *Pseudomonas syringae* van Hall, a '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' Seemüller & Schneider és a *Cytospora cincta* Sacc. kórokozók felelősek (Klement, 1977a; Rozsnyay, 1977; Rozsnyay és Klement, 1977; Süle, 2014). Az apoplexia kórokozóinak jelenléte egy ideig akár látens is maradhat, de az első tünetek észlelése után a részleges- vagy a teljes fapusztulás akár rendkívül rövid időn belül bekövetkezik (Husz, 1941). A fent említett kórokozók együttesen is fertőzhetik a fákat. A tünetek hasonlósága miatt bizonyos esetekben a tünetekért felelős kórokozó azonosítása szemrevételezéssel nehéz vagy lehetetlen (Rozsnyay és Klement, 1973; Rejlová *et al.*, 2021). Az említett kórokozók mindegyike okozhatja a levelek lankadását és korai hullását, floém nekrózist, valamint részleges vagy teljes fapusztulást. Más tünetek azonban, csak bizonyos kórokozókhoz kapcsolhatók (Klement, 1977a; Morvan, 1977; Rozsnyay, 1977; Biggs és Grove, 2005; Kennelly *et al.*, 2007; Lamichhane *et al.*, 2014; Žežlina *et al.*, 2016). Például *P. syringae* és a *C. cincta* általi fertőzések következtében a fás részeken mézgásodó rákos sebek alakulhatnak ki (Klement, 1977a; Rozsnyay, 1977), míg a '*Ca. Phytoplasma prunorum*' okozta jellegzetes tünet a levelek sárgulása (Morvan, 1977; Nečas *et al.*, 2015; Žežlina *et al.*, 2016).

Az apoplexia hosszú ideje kihívást jelent a szakembereknek. A kórokozók jelentőségének, terjedésének pontos megismerése és az integrált szemléletű megelőzés, illetve növényvédelem módszereinek vizsgálata elengedhetetlen a termesztés jövedelmezőségének fenntartása szempontjából.

Vizsgálataink legfontosabb célkitűzéseit az alábbiakban foglalom össze:

- az apoplexia tüneteit mutató és tünetmentes kajszi-fák tesztelése a gutaütés fő kórokozói: a '*Candidatus Phytoplasma prunorum*', a *Pseudomonas syringae* és a *Cytospora*-fajokra;
- a mintázott fák tünetmegjelenésének és fertőzöttségének, illetve a tünetmegjelenésének és kimutatott kórokozók kapcsolatának megismerése;
- a kajszi-ültetvényekben és közvetlen környezetükben potenciális levélbolha vektorok gyűjtése, faj és nem szerinti meghatározásuk és az egyedekből, illetve gazdanövényeikből a '*Ca. Phytoplasma prunorum*' kórokozó kimutatása;
- *Cytospora* izolátumok gyűjtése a kijelölt ültetvényekből és azok molekuláris módszerrel történő meghatározása;
- a *Trichoderma asperellum* 'T34' törzs, valamint kontakt hatásmechanizmusú gombaölő készítmények *C. sorbicola* fajjal szembeni hatásának megismerése *in vitro* körülmények között
- kajszi nemesek és alanyok apoplexia fogékonyságának felmérése termőültetvényekben.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az apoplexia kórokozóinak feltérképezése a kajszibarack-ültetvényekben

Négy kajsziiültetvényből (Érd, Pomáz, Soroksár, Sósút) 40-40 mintát gyűjtöttünk 3 év alatt (2014–2016): ültetvényenként 20 darab apoplexia tüneteket mutató, illetve 20 darab tünetmentes fáról. A fákról 2–3 éves vesszőket gyűjtöttünk a totál nukleinsav (TNS) kivonásához, amelyhez Daire *et al.* (1997) protokollját alkalmaztuk néhány módosítással. A kórokozók kimutatását polimeráz láncreakcióval (polimerase chain reaction; PCR), illetve nested-PCR segítségével végeztük. A *P. syringae* esetében *syrB* (Sorensen *et al.*, 1998) és *psy* gént (Guilbaud *et al.*, 2016), a *Cytospora* sp. esetében a β -*tubulin* gént (Luo *et al.*, 2017), a '*Ca. Phytoplasma prunorum*' kórokozónál pedig a ORF2 - '*Ca. Phytoplasma prunorum*' feltételezett nitroreduktáz gén - ORF3 régiót (Jarausch *et al.*, 1998; Mergenthaler, 2004) vizsgáltuk. Az R statisztikai programban (R Core Team, 2023) a mintázott fák tünet megjelenésének és a fertőzöttségnek, illetve a tünetmegjelenésnek és a kimutatott kórokozó kapcsolatát az általánosított lineáris kevert modell (Generalized Linear Mixed Model binomiális hibataggal korrigálva, GLMM-b) segítségével vizsgáltuk.

Levélbolhák kapcsolatos vizsgálatok

A 2015-ös és 2016-os év vegetációs időszakaiban, márciustól júniusig gyűjtöttük a levélbolhákat kopogtatásos módszerrel. Rendszeres gyűjtéseket a pomázi kajsziiültetvényben, kiegészítő jellegű gyűjtéseket pedig a soroksári és a sósúti gyümölcsösökben hajtottunk végre. A levélbolha egyedek kajsziról, kajszifák sarjhajtásairól, szilváról, kökénnyről és egybibés galagonyáról származtak.

A begyűjtött egyedek fajtát és nemét a morfológiai tulajdonságaik alapján, kétféle ágazó határozókulcs (Ossiannilsson, 1992; Burckhardt és Jarausch, 2007a, b) segítségével határoztuk meg. Ezt követően a levélbolhák örökítőanyagát a 'Doyle and Doyle' tisztítási módszerrel (Doyle, 1990) vontuk ki. A *Cacopsylla pruni* és a *C. crataegi* egyedek morfológiai meghatározását molekuláris módszerekkel (PCR-RFLP, Oettl és Schlink, 2015; Sanger-féle direkt szekvenáltatás, Sanger és Coulson, 1975) is megerősítettük. *C. pruni*

egyedek biotípusát Peccoud *et al.* (2013) munkájában leírt PCR eljárással határoztuk meg, a 2-es és 3-as elnevezésű primer szettekkel.

A *C. pruni* és a *C. crataegi* egyedek növényfajonkénti előfordulását Z-tesztrel, két faj 'Ca. *Phytoplasma prunorum*' kórokozó általi fertőzöttségét Fisher-féle egzakt tesztrel, míg a két levélbolha fajon belül a fitoplazma-pozitív hím és nőstény egyedek arányait szintén Fisher-féle egzakt tesztrel hasonlítottuk össze az R statisztikai program segítségével (R Core Team, 2023).

Több növényfaj 'Ca. *Phytoplasma prunorum*' fertőzöttségét is megvizsgáltuk, amelyekről levélbolhát tudtunk gyűjteni. Ennek során kajszifák alanyсарhajtásait ('Myrobalan'), kökény- (*Prunus spinosa*) és egybibésgalagonya-bokrokat (*Crataegus monogyna*) mintáztunk.

***Cytospora*-fajok izolálása, azonosítása és a *C. sorbicola* elleni védekezési vizsgálatok**

Cytospora fajok izolálása és azonosítása

A 2015-ben és 2016-ban az érdi, a pomázi, a soroksári és a sósikúti ültetvényekben, olyan tünetes fákat kerestünk, amelyeken megtaláltuk a *Cytospora* gombafajokra jellemző pszeudopiknídium szaporítóképleteket, vagy rákos sebeket figyeltünk meg az ágakon, vesszőkön (Willison, 1936; Biggs és Grove, 2005; Fan *et al.*, 2015). A fás részeket, amelyeken pszeudopiknídiumok képződtek nedveskamrában (10 °C-on, sötétben) inkubáltuk. A termőtestekből előtörő friss konídiummasszából egy konídiumos tenyészetet hoztunk létre maláta-kivonat agar (malt extract agar, MEA) táptalajon. A rákos sebek esetében a beteg és az egészséges floém szövetrészek határáról (élő részről) szövetmintát vettünk és MEA táptalajra leoltottuk, majd ezekből tiszta tenyészetet hoztunk létre.

Az általunk izolált tenyészetekből korábbi munkák alapján (Willison, 1936; Surve-Iyer *et al.*, 1995; Lawrence *et al.*, 2018; Fan *et al.*, 2020) szemrevételezéssel kiválasztottuk azokat, amelyek *Cytospora*-fajokra jellemző tenyészetmorfológiával rendelkeztek. A kiválasztott tenyészetek molekuláris azonosításához CTAB módszer (Sambrook és Russell, 2001) segítségével DNS kivonást végeztünk, majd a PCR eljárással felszaporított ITS2 régió és β -*tubulin* gén bázissorrendjeit Sanger-féle direkt szekvenálással (Sanger és Coulson, 1975) meghatároztattuk. Ezután BLAST-elemzést használtunk a kapott

szekvenciáinkkal legnagyobb azonosságot mutató GenBank-ban található szekvenciák meghatározására (NCBI, 2023).

Cytospora sorbicola kórokozó elleni fungicid hatóanyagok hatásának vizsgálata

A vizsgálathoz négy *C. sorbicola* izolátumot választottunk, melyek ellen a fungicidek hatását mérgezett agarlemezes módszer segítségével *in vitro* körülmények között vizsgáltuk meg. A kísérletbe vont hatóanyagok kajsziban engedéllyel rendelkeztek a vizsgálat elvégzésének időpontjában és a leggyakrabban kijuttatott kontakt hatóanyagok közé tartoztak: tribázikus rézszulfát-„1” (Bordóilé Neo SC), réz+mankocéb (Cupertine M), tribázikus rézszulfát-„2” (Cuproxat FW), mankoceb (Dithane M 45), kaptán (Merpan 80 WDG), és rézhidroxid (Vitra rézhidroxid). A két tribázikus rézszulfát esetében a különböző vivőanyag okozta hatáskülönbséget kívántuk felmérni. A felhasználásuk során három koncentrációt (1000 l/ha permetlével számolva) teszteltünk: engedélyezett felhasználási dózisok maximumát (100%-os koncentráció), a felhasználási dózis maximumának felére (50%-os koncentráció) és tizedére (10%-os koncentráció) csökkentett mennyiségét. A kontroll tenyészetekhez felhasznált táptalaj (MEA) fungicidet nem tartalmazott. Izolátumonként és kezelésenként 10-10 ismétlést végeztünk.

A *Trichoderma asperellum* 'T34' a *Cytospora sorbicola* kórokozóval szembeni térkompetíciós és parazitáló képességének vizsgálata

A vizsgálathoz szükséges *Trichoderma asperellum* 'T34' törzsű mikoparazitát Trifender WP készítményből izoláltuk. A kísérlethez két *C. sorbicola* izolátumot választottuk ki. *T. asperellum* 'T34' törzs kórokozó elleni biokontroll képességét konfrontációs-teszttel vizsgáltuk (Sivan és Chet, 1989). A mikoparazita gomba MEA táptalajra történő leoltásához két módszert alkalmaztunk:

1. a kórokozóval egy menetben helyeztük a táptalajra a hiperparazitát
2. a kórokozó leoltásától számított második napon oltottuk a táptalajra a hiperparazitát.

Leoltási módszerenként és izolátumonként 4 ismétlésben 10-10 Petri-csészében (85 mm) végeztük el a vizsgálatot. A *Trichoderma* faj kórokozó növekedésgátló képességét a következő képlettel számoltuk ki (El-Naggar *et al.*, 2008):

$$I = \frac{C - T}{C} \times 100$$

ahol:

I= *C. sorbicola*
növekedésgátlásának
százalékos értéke

C= a kontroll *C. sorbicola*
micélium növekedése
T= *C. sorbicola* növekedése
kettős tenyészetben.

Kajszifajták és alanyok fogékonyságának értékelése az apoplexia vonatkozásában

2014 és 2017 között, minden év októberében az érdi és a sóskúti gyümölcsösökben kajszifák apoplexia érintettségét vizsgáltuk. A vizsgálatba 14 alany-nemes kombinációt vontunk be (1. táblázat).

1. táblázat Ültetvényekben vizsgált alany-nemes kombinációk és azok mennyisége

Ültetvény	Nemes fajtája	Alany fajtája		
		'Myrobalan' (N)	Szilvatörzs közbenoltású 'Myrobalan' (N)	vadkajszi (N)
Érd	'Flavorcot'	x (140)	-	-
	'Sweetcot'	x (140)	-	-
	'Zebra'	x (125)	-	-
Sóskút	'Bergeron'	x (120)	x (65)	x (100)
	'Gönci magyar kajszi'	x (120)	x (120)	x (120)
	'Magyar kajszi C.235'	x (100)	-	-
	'Mandulakajszi'	x (120)	x (120)	x (120)
	'Tomcot'	x (120)	-	-

Magyarázat: N=vizsgált fák száma

A vizsgált fákon megjelent tüneteket egy hat fokozatú (0–5) skálán értékeltük. A vizsgálatok során 3 módszer szerint csoportosítottuk és hasonlítottuk össze az adatokat: (1) fajták szerint azonos alany változatokként, (2) alany változatok szerint a nemes fajtájától függetlenül és (3) alany változatok szerint azonos nemes fajtánként. A 4 évnyi adathalmazokat összegezve, a helyszínek figyelembevételével elemeztük. A kajszifáknál

feljegyzett tünetmegjelenés adatokat két módszerrel értékeltük. Az első módszerben a tünet kategóriákból tünetsúlyosság-indexet számoltunk ki, amelyhez a Townsend-Heuberger féle képletet (Gartner, 1971) alkalmaztuk.

A második módszerben az adatokat binarizáltuk, amely során létrehoztunk egy tünetmentes (TM; érték: "0") és egy tünetes (T; érték: "1") csoportot. A TM és T csoportok összehasonlításához Marascuilo-tesztet ($p < 0,05$) alkalmaztunk, vizsgálva a betegség gyakoriságát.

Az elpusztult fák mennyiségét a 2014-ben megvizsgált fák számához viszonyítottuk. A kipusztult fák arányát Marascuilo-teszttel ($p < 0,05$) hasonlítottuk össze.

A statisztikai vizsgálatokat az R program környezetben futtattuk (R Core Team, 2023).

3. EREDMÉNYEK

Az apoplexia kórokozóinak kimutatása kajszi-ültetvényekből és szerepük a tünet megjelenésben

A vizsgált minták 28,1%-ában '*Candidatus* Phytoplasma prunorum', 17,5%-ában *P. syringae* faj komplexbe tartozó baktérium és 23,8%-ában *Cytospora* fajok voltak jelen. Azonban a kevert kórokozó jelenlét típusokat figyelembe véve az egyedi fertőzések arányai lecsökkentek (**2. táblázat**). A vizsgált kórokozók jelenléte több esetben is eltérő volt az ültetvények között.

2. táblázat A vizsgált kórokozók jelenlétére nem igazolt és a vizsgált kórokozók által egyedileg, illetve keverten fertőzött kajszi-fák százalékos arányai

Fertőzés típusa		Kimutatási arány (%)	Összesítés kimutatási arány (%)		
Egyedi fertőzés	CPp	15,6%	37,5	15	42,5
	Ps	9,4			
	Cyt	12,5			
Két kórokozó kevert fertőzés	Ps + Cyt	2,5	13,1	15	42,5
	CPp + Ps	3,8			
	CPp + Cyt	6,9			
Három kórokozó kevert fertőzés	CPp + Ps + Cyt	1,9	1,9		

Jelmagyarázat: CPp: '*Ca. Phytoplasma prunorum*'; Ps: *Pseudomonas syringae*; Cyt: *Cytospora* sp.

A GLMM-b modell kimutatta, hogy a tünetmegjelenést szignifikánsan befolyásolja a fertőzöttség. Azokból a fákból, amelyekből nem volt kimutatható kórokozó, több volt a tünetmentes, mint a tüneteket mutató. Az igazoltan fertőzött fák esetében pedig több volt a tüneteket mutató, mint a tünetmentes ($p=0,0006$).

A tünetmegjelenés és a kimutatott kórokozók kapcsolatának elemzése alapján a vizsgált fákból az egyedi fertőzések közül a '*Ca. Phytoplasma prunorum*', a kevert fertőzések közül pedig az '*Ca. Phytoplasma prunorum*' + *Cytospora* sp. kórokozó fertőzése volt a leggyakrabban igazolható. A tünetmegjelenés alapján azon fák több mint fele tünetmentes volt, amelyekből a *P. syringae* (66,7%) és a *P. syringae* + *Cytospora* sp. (75%) kórokozók fertőzése volt kimutatható, illetve amelyekből nem volt azonosítható vizsgált kórokozó (63,2%). A többi egyedi és kevert fertőzésnél pedig többségében

apoplexiás tüneteket mutattak a fák (GLMM-b modell; $p=0,0004$). A vizsgált kórokozókkal fertőzött tünetes és tünetmentes fák eloszlása több esetben is eltérő volt az ültetvényekben.

Levélbolhák kapcsolatos vizsgálatok

A *Cacopsylla* egyedek morfológiai azonosítása, valamint azok növény fajonkénti és nemek szerinti megoszlása

A morfológiai azonosítás alapján a begyűjtött egyedek túlnyomó többsége a *Cacopsylla pruni*, illetve a *C. crataegi* fajhoz tartozott. A legtöbb *C. pruni* egyed kajsziról, a *C. crataegi* egyedek többségében pedig kajsziról és egybibés galagonyáról származtak. A *C. pruni* faj jelenléte kajszin szignifikánsan nagyobb volt, mint a *C. crataegi*-é (Z-teszt, $p=0,004$). A kajsziról gyűjtött *C. pruni* (Z-teszt, $p<0,001$) és *C. crataegi* (Z-teszt, $p<0,056$) nőtények aránya nagyobb volt, mint a hímeké. Az egybibés galagonyákról több *C. crataegi* egyedet gyűjtöttünk, mint *C. pruni*-t (Z-teszt, $p<0,001$). Előbbi faj egyedei között több nőstény volt, mint hím (Z-teszt, $p<0,063$). A többi vizsgált növényfajról csak kevés levélbolha egyedet gyűjtöttünk be.

A 'Candidatus Phytoplasma prunorum' kimutatása *Cacopsylla* egyedekben

A vizsgált növényekről gyűjtött összes *C. pruni* egyed 6,6%-a, a *C. crataegi* egyedek 2,6%-a volt fertőzött a 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozóval. A két fajon belül a fertőzött nőstény és hím egyedek mennyisége között nem volt szignifikáns különbség (Fischer-féle exakt teszt, $p_{C. pruni}=0,47$; $p_{C. crataegi}=0,69$). A *C. pruni* egyedek fitoplazma fertőzöttsége magasabb volt, mint a *C. crataegi* egyedeké, azonban szignifikáns különbséget nem azonosítottunk a két faj fertőzöttsége között (Fischer-féle egzakt teszt, $p=0,06$).

A *Cacopsylla* egyedek molekuláris azonosítása

A morfológiai vizsgálat során *C. pruni*-ként és *C. crataegi*-ként meghatározott egyedek - amelyek 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozóval fertőzöttek voltak - fajmeghatározását a molekuláris vizsgálatok is megerősítették.

A biotípus vizsgálat alapján a begyűjtött *C. pruni*-k között csak a „B” biotípus volt jelen.

A begyűjtött *Cacopsylla* egyek tápnövényeinek 'Candidatus Phytoplasma prunorum' fertőzöttsége

A vizsgálatba vont kajszifák alanyaiból előtörő vadhajtasok 28,6%-a, a kökények 26,7%-a, míg a galagonyák 27,3%-a voltak fertőzöttek a 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozóval.

***Cytospora* izolátumok azonosítása és a *C. sorbicola* faj elleni védekezés**

Cytospora izolátumok azonosítása

A kajszifákról izolált, *Cytospora* izolátumok fajtát az ITS2 régiója alapján nem lehetett pontosan meghatározni. Az izolátumok β -tubulin gén szekvencia vizsgálata szerint 4 esetben *C. cincta*, 14 esetben *C. leucostoma* és 9 esetben *C. sorbicola* fajt izoláltunk.

Fungicid hatóanyagok hatása *Cytospora sorbicola* fajjal szemben *in vitro* körülmények között

A vizsgálatba vont fungicidek engedélyezett felhasználási dózisa mellett az izolátumok nem növekedtek, a mankoceb hatóanyag kivételével. A hatóanyagok többségénél a gyakorlati dózis felére és tizedére csökkentett dózisa mellett azonban már több izolátum is fejlődésnek indult, kivéve a kaptán esetében (3. táblázat).

3. táblázat A kísérlet során felhasznált hatóanyagok mellett növekedésnek indult *Cytospora sorbicola* izolátumok mennyiségei

Felhasznált fungicid hatóanyaga	Növekedésnek indult izolátumok száma		
	Engedélyezett felhasználási dózis	Engedélyezett felhasználási dózis felére hígítva	Engedélyezett felhasználási dózis tízszeresére hígítva
kaptán	0	0	0
tribázikus rézszulfát-1	0	1	4
tribázikus rézszulfát-2	0	0	2
réz+mankoceb	0	1	4
rézhidroxid	0	1	4
mankoceb	1	1	1

A *Trichoderma asperellum* 'T34' *Cytospora sorbicola* kórokozóval szembeni térkompetíciós és parazitáló képessége *in vitro* körülmények között

A *T. asperellum* 'T34' a *C. sorbicola* kórokozó növekedésére gyakorolt

gátlóhatása az egyidejű leoltás esetében 20–44,9%, a késleltetett módszernél pedig 0,9–24,8% között volt. A *Trichoderma* mindkét alkalmazási módszer mellett megakadályozta a kórokozó sporulációját. Továbbá, a hiperparazita a kórokozó telepeit teljesen elfedte, majd sporulált azokon. A mikoparazita és a kórokozó telepeinek érintkezésekor az érintkezési zóna mikroszkópos vizsgálata során megállapítottuk, hogy a *T. asperellum* 'T34' képes volt parazitálni a *C. sorbicola* hifáit: a *T. asperellum* hifái ráfonódtak, valamint behatoltak a kórokozó gombafonalába.

A kajszifajták és alany változatok fogékonyságának értékelése az apoplexia vonatkozásában

A szemlézett fákön gyakran figyeltük meg a '*Ca. Phytoplasma prunorum*', a *Cytospora* sp. és a *P. syringae* kórokozók fertőzésére utaló tüneteket.

Kajszifajták fogékonyságának értékelése

Érdi ültetvény

A vizsgált három fajta közül a legkisebb betegség gyakorisággal (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$), a legkisebb tünet súlyosság indexszel és fapusztulással (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$) a 'Zebra' fajta rendelkezett.

Sóskúti ültetvény

A 'Myrobalan' alanyú fajta betegség gyakoriságát összehasonlítva, a 'Bergeron' fajtánál szignifikánsan kisebb betegség gyakoriságot azonosítottunk, mint a 'Gönci magyar kajsz', a 'Magyarkajsz C.235' és 'Tomcot' fajtáknál. Viszont a 'Bergeron' és a 'Mandulakajsz' között különbséget nem azonosítottunk (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$). A legkisebb tünet súlyosság-indexszel és fapusztulással (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$) a 'Mandulakajsz' rendelkezett.

A szilvatorzs közbenoltású 'Myrobalan' alanyú fajta betegség gyakoriságai között különbséget nem azonosítottunk (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$). A legkisebb tünet súlyosság-index értékkel a 'Mandulakajsz' rendelkezett. A 'Bergeron', illetve a 'Mandulakajsz' fapusztulása szignifikánsan kisebb volt, mint a 'Gönci magyar kajsz' fajtáé (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$).

A vadkajszi alanyú fajták közül a legkisebb betegség gyakorisággal a 'Bergeron' fajta, míg a legkisebb fapusztulással a 'Mandulakajszi' (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$) rendelkezett. A 'Bergeron' és a 'Mandulakajszi' közel azonos tünet súlyosság-indexet állapítottunk meg, amelyek számottevően alacsonyabbak voltak a 'Gönci magyar kajszi' fajtájánál.

Az alany változatok fogékonyságának értékelése kajszi fajtától függetlenül

Az összehasonlított 'Myrobalan', szilvatorzsos közbenoltású 'Myrobalan' és vadkajszi alanyok betegség gyakoriságai között szignifikáns különbséget nem mutatott ki a Marascuilo-teszt ($p < 0,05$). A legmagasabb tünet súlyosság-indexet a vadkajsziénál azonosítottuk, amelytől a két 'Myrobalan' alany változat értékei 5%-kal maradt el. A szilvatorzsos közbenoltású 'Myrobalan' alany szignifikánsan kisebb fapusztulással rendelkezett, mint a másik két alany változat (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$).

Az alany változatok fogékonyságának értékelése azonos kajszi fajtánként

A 'Myrobalan' és a vadkajszi alanyú 'Bergeron' fák betegség gyakoriság mértéke (Marascuilo teszt, $p < 0,05$) és tünet súlyosság-indexe kisebb volt, mint a szilvatorzsos közbenoltású 'Myrobalan' alanyon. Azonban utóbbi alany típus rendelkezett a legkisebb fapusztulással (Marascuilo teszt, $p < 0,05$).

A 'Gönci magyar kajszi' két 'Myrobalan' alany változatának betegség gyakorisága szignifikánsan kisebb volt a vadkajsziénál (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$). A legkisebb tünet súlyosság-indexszel és fapusztulással (Marascuilo-teszt, $p < 0,05$) a szilvatorzsos közbenoltású 'Myrobalan' alany típus rendelkezett.

A 'Mandulakajszi' fajtát három alany változattal kombinálva, a betegség gyakorisága nem különbözött és a két 'Myrobalan' alany típus tünet súlyosság-indexe közel azonos volt, amelyek kismértékben alacsonyabbak voltak a vadkajsziénál. A legkisebb fapusztulás aránnyal a szilvatorzsos közbenoltású 'Myrobalan' alany típus rendelkezett.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az apoplexia kórokozóinak jelentősége és hatása a tünetek megjelenésére kajszfákban

A kimutatott '*Ca. Phytoplasma prunorum*', *Cytospora* sp. és *P. syringae* kórokozók gyakorisága megegyezett több korábbi vizsgálat eredményével (Scortichini, 2006; Pokharel és Larsen, 2009a,b; Ami *et al.*, 2016; Yildiz *et al.*, 2016; Ivić *et al.*, 2017). A fertőzött fák mennyisége jelentősen emelkedett (9-16%-ról 52,5%-ra), amikor a három vizsgált kórokozó egymástól független monitoringja helyett együttes értékelést alkalmaztunk. A fertőzött fák között számos (28,6%) olyan fa volt, amelyből több kórokozó is kimutatható volt. Ezek az eredmények rávilágítanak arra, hogy a kajszi gutaütésére, továbbra is komplex módon, több kórokozót figyelembe véve kell tekinteni. Azonban az eredményeink alapján a kórokozók jelenléte számottevően eltérő lehet a kajszfákban.

Az azonosított kórokozók mennyisége egyes esetekben ültetvényenként eltérő volt, amelyből arra következtettünk, hogy a kórokozók jelenlétét és terjedését az ültetvények környezeti- és termesztési körülményei is befolyásolhatták. Ezt a megállapítást alátámasztja, hogy más vizsgálati területeken elvégzett felmérésekben az eredményeinktől számottevően eltérő kórokozó jelenlét és tünetmegjelenési arányokat is megfigyeltek (Pokharel, 2013; Nečas *et al.*, 2015; Ami *et al.*, 2016; Ivić *et al.*, 2017; Riedle-Bauer *et al.*, 2019; Doolotkeldieva és Bobusheva, 2020).

A tünetmegjelenés és a fertőzöttség kapcsolatának vizsgálata rávilágított arra, hogy a fertőzöttség a fák többségénél tünet alapján is felismerhető. Azonban a tünetekért felelős kórokozó(k) meghatározása szemrevételezéssel bizonyos esetekben nem lehetséges, mert egyes apoplexia tünetek több kórokozó jelenlétét is jellemezhetik (Klement, 1977a; Morvan, 1977; Rozsnyay, 1977; Biggs és Grove, 2005; Kennelly *et al.*, 2007; Lamichhane *et al.*, 2014; Žežlina *et al.*, 2016). Érdekes módon egyes egyedi és kevert (*P. syringae*; *P. syringae* + *Cytospora* sp.) fertőzések mellett kisebb mértékben válnak tünetessé a fák. Mindezek tükrében a tünet megfigyeléseket célravezető érzékeny molekuláris kórokozó kimutatási eljárással kiegészíteni, mert ezzel pontosabb diagnózis állítható fel az apoplexia kórokozói esetében.

A begyűjtött *Cacopsylla pruni* és *C. crataegi* egyedek azonosítása

A morfológiai vizsgálata alapján a begyűjtött levélbolhák túlnyomó többségben a *Cacopsylla pruni* és a *C. crataegi* fajhoz tartoztak. A *C. pruni* egyedek biotípus vizsgálata igazolta a morfológiai azonosítás eredményét, ugyanis az alkalmazott PCR alapú módszer *C. pruni* specifikus (Peccoud *et al.*, 2013). A vizsgált egyedek között kizárólag a „B” biotípust azonosítottuk, hasonlóan Viczián *et al.* (2017) és Lepres *et al.* (2018) korábbi vizsgálataihoz. A 'Ca. *Phytoplasma prunorum*' fertőzött levélbolha egyedek PCR+RFLP vizsgálata is igazolta a morfológiai fajmeghatározás eredményét (Oetl és Schlink, 2015). Az eljárás alapján a *C. pruni* egyedek a „2-es” klaszterbe sorolhatók. A kórokozót hordozó *C. crataegi* egyedek vizsgálata során, a PCR termék *AluI* enzimmel történő hasítása a várttól eltérő fragmentum hosszúságokat eredményezett. A szekvenciák analízise igazolta, hogy eggyel több hasítási pont található a vizsgált szakaszon a korábbiakhoz (Oetl és Schlink, 2015) képest. A *C. crataegi* filogenetikai elemzése a saját és a vizsgálatba vont olasz mintákat elkülönülő kládokba rendezte, de a két csoport közös ősré vezethető vissza. Így elképzelhető, hogy a *C. crataegi* fajon belül, a *C. pruni*-hoz hasonlóan, több változat, esetleg biotípus is lehet.

A begyűjtött *Cacopsylla pruni* és *C. crataegi* egyedek eloszlása, az egyedek és a tápnövényeik fertőzöttsége

A *C. pruni* vektor szerepét vizsgálva megállapítottuk, hogy az egyedek 6,6%-a volt fertőzött 'Ca. *Phytoplasma prunorum*' kórokozóval, amely közel hasonló volt több korábbi vizsgálatban kapott arányokhoz (0,8–4,8%) (Jarausch *et al.*, 2008; Etropolska *et al.*, 2015; Warabieda *et al.*, 2018; Jarausch *et al.*, 2019; Marie-Jeanne *et al.*, 2020). Eszerint a vizsgálati területeinken a fitoplazma terjedésében számottevő szerepe volt a *C. pruni* fajnak. Megállapítottuk, hogy a kórokozó-hordozás nemtől függetlenül történik, hasonlóan Ermacora *et al.* (2011) és Peccoud *et al.* (2013) korábbi eredményeikhez.

A *C. pruni*-t nagy egyedszámban gyűjtöttük kajsziról, Jarausch *et al.* (2008) és Lepres *et al.* (2018) vizsgálataival megegyezően. Ezzel szemben más vizsgálatokban nem vagy csak kevés egyedet gyűjtöttek kajsziról (Jarausch *et al.*, 2001; Labonne és Lichou, 2004; Viczián *et al.*, 2017). Az ellentmondások

alapján érdemes lenne feltárni, hogy kajszinak milyen szerepe van a szilva levélbolha életciklusában.

A *C. crataegi*-t kajsziról szintén nagy egyedszámban gyűjtöttünk, hasonlóan Dér (2005) vizsgálatának eredményéhez. Fontos kérdés, hogy a kajszi vajon gazda- vagy tápnövénye-e a galagonya levélbolhának?

A begyűjtött *C. crataegi* egyedek 2,6%-a nemtől függetlenül hordozta a 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozót. A faj fitoplazma fertőzőtségére vonatkozó korábbi adatot sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban nem találtunk. Szeretnénk kihangsúlyozni, hogy a *C. crataegi* és a *C. pruni* 'Ca. Phytoplasma prunorum' fertőzőtségi arányai között igazolható különbséget nem azonosítottunk. Ezek az eredmények alapján fontosnak tartjuk a *C. crataegi* fajjal 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozó átviteli kísérletet elvégezni.

Érdekes továbbá, hogy a gyűjtésekbe és tesztelésbe bevont *C. monogyna* bokrok mintegy harmadánál molekuláris vizsgálatokkal alátámasztva kimutattuk a fitoplazma fertőzőtséget. Az áttekintett szakirodalom alapján úgy tűnik, hogy az egybibés galagonya új gazdanövénye és egyben rezervoárja a 'Ca. Phytoplasma prunorum' kórokozónak. Továbbá, galagonyákról 'Ca. Phytoplasma prunorum' által fertőzött *C. crataegi* egyedeket is gyűjtöttünk. Nem kizárt, hogy a kórokozó fennmaradásának és terjedésének új módját tártuk fel. Ahhoz, hogy ez bizonyítást nyerhessen, a korábban említett fitoplazma átviteli vizsgálatot el kell végezni a *C. crataegi* fajjal.

Cytospora fajok jelentősége az apoplexiában

Megállapítottuk, hogy a *Cytospora*-fajok továbbra is fontos szerepet töltenek be a kajszi gutaütéses betegségében, Klement (1977b) és Rozsnyay (1977) korábbi megfigyeléseivel egyezően. Az izolált *Cytospora*-fajok között *C. cincta* (15%), *C. leucostoma* (52%) és *C. sorbicola* (33%) volt. A *C. sorbicola* kórokozó hazai jelenlétét elsőként mutattuk ki. A mesterséges fertőzéses kísérlet alapján a *C. sorbicola* a kajszin patogénnek és virulensnek bizonyult. A kórokozó a kéregszövetben, a floémában és a xilémekben is jelentős méretű nekrotizisokat alakít ki. Ezek alapján a *C. sorbicola* elsődleges kórokozója a kajszinak.

Fungicidek *in vitro* hatékonysága a *Cytospora sorbicola* kórokozóval szemben

In vitro kísérletünkben a kaptán, a rézhidroxid, a réz + mankoceb és a tribázikus rézszulfát engedélyezett felhasználási dózisban képesek voltak a kórokozó micélium növekedését teljesen gátolni. Így ezeket a hatóanyagokat érdemes *in vivo* kísérletekbe bevonni, kivéve a mankoceb tartalmúakat, mert ezek kijuttatási engedélyét azóta visszavonták. A kaptán csökkentett dózisban is képes volt gátolni a kórokozó izolátumainak növekedését, ezért érdemes lehet ezzel a hatóanyaggal csökkentett dózisú kezeléseket is elvégezni az *in vivo* vizsgálatokban a környezetbarátabb technológiák kifejlesztése érdekében. A mankoceb hatóanyag valamennyi dózisa mellett az egyik izolátum növekedésnek indult. Collina *et al.* (2006) szintén nem találta hatékonynak a mankocebet *C. vitis* ellen *in vitro* körülmények között. Ugyanakkor a kevert hatóanyagú (réz + mankoceb) készítmény felhasználása már fungicid hatásának bizonyult, ami rávilágít arra, hogy milyen fontos szerepe van a növényvédelmi kezelések során a kombinált hatóanyagú készítményeknek és a szerrotációnak.

A csökkentett hatóanyag dózisok alkalmazása során (kaptán hatóanyagot kivéve) több izolátum is fejlődésnek indult. Így az ezekkel a készítményekkel végzett permetezések során kiemelt figyelmet kell fordítani a megfelelő dózisban történő kijuttatásra.

A *Trichoderma asperellum* 'T34' a *Cytospora sorbicola* kórokozóval szembeni térkompetíciós és parazitáló képességéne *in vitro* körülmények között

Az eredmények azt mutatják, hogy a *Trichoderma asperellum* 'T34' jelentős térkompetíciós és parazitáló képességgel rendelkezik a *Cytospora sorbicola* ellen *in vitro* körülmények között. A hiperparazita egyidejű- és késleltetett leoltások során is korlátozta a kórokozó tenyészeinek növekedését és sporulációját, sőt elfedve azokat, intenzíven sporulált is rajtuk. Továbbá megfigyeltük, hogy *T. asperellum* hifái körülölelik és behatolnak a kórokozó hifáiba. A biztató laboratóriumi eredmények alapján a mikoparazita bevonható *in vivo* kísérletekbe. Ezek a kísérletek, a mikoparazita egyidejű- és késleltetett leoltásleoltása során kapott eredmények alapján, megelőző és gyógyító jellegűek is lehetnek (például: metszési sebek védelme, rákos sebek kezelése).

A kajszifajták és alany változatok fogékonyságának értékelése az apoplexia vonatkozásában

Vizsgálataink alapján a kajszifajták fogékonysága eltérő az apoplexia tekintetében, ami összhangban van a korábbi 'Ca. *Phytoplasma prunorum*', *P. syringae* és *Cytospora* sp. kórokozók kapcsán végzett fajtafogékonysági vizsgálatok eredményeivel (Audergon *et al.*, 1991; Brun *et al.*, 2011; Gormez *et al.*, 2013; Yilmaz és Erincik, 2017; Nečas *et al.*, 2018; Moale és Septar, 2019). Vizsgálatunkban a tünetek megjelenésére és a fapusztulásra a 'Zebra' fajta kiemelkedő ellenállóságot, a 'Mandulakajszli' fajtánál 'Myrobalan', szilvatörzs közbenoltású 'Myrobalan' és vadkajszli alanyokon pedig jelentős toleranciát mutatott.

Az alany változatok a betegség gyakoriságban nem mutattak különbséget. Továbbá, a 'Myrobalan' és a szilvatörzs közbenoltású 'Myrobalan' változatok csak kismértékben csökkentették a tünetek súlyosságát a vadkajszlihoz képest. Azonban az alanyok nemes fajtánként történő összehasonlítása során már jelentősebb eltéréseket azonosítottunk: kajszifajtánként más-más alany változat csökkentette a betegség gyakoriságát és a tünetek erősségét. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy a fák apoplexia érzékenységet a nemes és az alany rész együttes kölcsönhatása alakítja ki. Így a megfelelő alany-nemes kombináció kiválasztásával jelentősen csökkenthetők a tünetek. Az alanyok közül a szilvatörzs közbenoltású 'Myrobalan' változat jelentősen csökkentette a fapusztulás mértékét, amely az alany változatok és a nemes fajták szerint elvégzett vizsgálatokban is megnyilvánult. Ezek az eredmények összhangban vannak korábbi vizsgálatokkal, amelyekben szilva alanyok 'Ca. *Phytoplasma prunorum*'-mal, *Pseudomonas*- és *Cytospora*-fajokkal szembeni toleranciáját mutatták ki (Nyujtó és Tomcsányi, 1959; Rozsnyay, 1963; Nyujtó és Surányi, 1981; Prunier *et al.*, 1999; Nagy és Lantos, 1998; Kison és Seemüller, 2001). Így érdemesnek tartjuk a szilvatörzs közbeoltású 'Myrobalan' alany hatását további nemes fajták kapcsán is felmérni.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A Budapest környéki kajszi-ültetvényekben az apoplexiát okozó főbb kórokozók monitoringját követően megállapítottuk, hogy azok egyedi fertőzésük közül a '*Candidatus* Phytoplasma prunorum', a kevert előfordulásukból pedig a '*Ca.* Phytoplasma prunorum' és a *Cytospora* sp. volt a leggyakoribb.
2. Elsőként igazoltuk a '*Ca.* Phytoplasma prunorum' kórokozó jelenlétét *Cacopsylla crataegi* levélbolha egyedekben és megállapítottuk, hogy a hímek és a nőtények egyaránt hordozzák a kórokozót.
3. A *Crataegus monogyna*-t a '*Ca.* Phytoplasma prunorum' kórokozó új gazdanövényeként írtuk le.
4. Elsőként azonosítottuk a *Cytospora sorbicola* kórokozót Magyarországon.
5. A *C. sorbicola* fajjal szemben *in vitro* hatékonynak találtuk a kaptán, a rézhidroxid, a réz + mankoceb és a tribázikus rézsulfát kontakt hatásmechanizmusú gombaölő hatóanyagokat.
6. Megállapítottuk, hogy a *Trichoderma asperellum* 'T34'-es törzse hatékonyan parazitálja a *C. sorbicola* kórokozót *in vitro* körülmények között.
7. Megállapítottuk, hogy a kajszifák nemes fajtája és az alany típusa együttesen befolyásolja az apoplexia kórokozóira való fogékonyságot, és toleránsnak találtuk a 'Zebra'-'Myrobalan', a 'Mandulakajszi'-'Myrobalan', 'Mandulakajszi'-szilvatörzs közbenoltású 'Myrobalan', 'Mandulakajszi'-vadkajszi nemes-alany kombinációkat.

5. IDÉZETT IRODALMAK

1. AMI, S. N., HALEEM, R. A., TAHER, I. E. (2016): Occurrence of major fungal and bacterial diseases on stone fruits in duhok province, kurdistan region, Iraq. In: *Journal of University of Duhok*,19 (Agri. and Vet. Sciences): 569-577. p.
2. AUDERGON, J. M., CASTELAIN, C., MORVAN, G., CHASTELLIÈRE, M. G. (1991): Behaviour of 150 apricot varieties after an apricot chlorotic leaf roll inoculation. In: *Acta Horticulturae*,(293): 593-598. p.
3. BIGGS, A. R., GROVE, G. G. (2005): Leucostoma canker of stone fruits. In: *Plant Health Instr.*,10: 1-9. p.
4. BRUN, L., WARLOP, F., MERCIER, V., BROQUAIRE, J. M., CLAUZEL, G., GOMEZ, C., PARVEAUD, C. E., AUDERGON, J. M. (2011): Quelle sélection fruitière pour une production durable, à faible niveau d'intrants? Méthodologie pour un réseau de sélection variétale décentralisée. In: *Innovations Agronomiques*,15: 105-115. p.
5. COLLINA, M., CICOGNANI, E., GALLETTI, B., BRUNELLI, A. (2006): Field and in vitro sensitivity of *Valsa ceratosperma* (*Cytospora vitis*) to fungicides. In: *IOBC WPRS Bulletins*,29 (1): 151. p.
6. DAIRE, X., CLAIR, D., REINERT, W., BOUDON-PADIEU, E. (1997): Detection and differentiation of grapevine yellows phytoplasmas belonging to the elm yellows group and to the stolbur subgroup by PCR amplification of non-ribosomal DNA. In: *European Journal of Plant Pathology*,103: 507-514. p.
7. DÉR, Z. (2005): Kertészeti növények kabóca együttesei és szerepük a fitoplazmák terjesztésében. Doktori értekezés.Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem. 151. p.
8. DOOLOTKELDIEVA, T., BOBUSHEVA, S. (2020): Characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* from diseased stone fruits in Kyrgyzstan and testing of biological agents against pathogen. In: *International Journal of Phytopathology*,9 (2): 71-91. p.
9. DOYLE, J. J. (1990): Isolation of plant DNA from fresh tissue. In: *Focus*,12: 13-15. p.
10. EL-NAGGAR, M., KÖVICS, G., KARAFFA, E. M., IRINYI, L. M. (2008): Mycoparasitism and antagonistic efficiency of *Trichoderma reesei* against *Botrytis* spp. In: *Contributii Botanice*,43: 141-147. p.
11. ERMACORA, P., FERRINI, F., LOI, N., MARTINI, M., OSLER, R. (2011): Population dynamics of *Cacopsylla pruni* and 'Candidatus Phytoplasma prunorum' infection in North-Eastern Italy. In: *Bulletin of Insectology*,64: 143-144. p.
12. ETROPOLSKA, A., JARAUSCH, W., B., J., G., T. (2015): Detection of European fruit tree phytoplasmas and their vectors in important fruit-growing regions in Bulgaria. . In: *Bulgarian Journal of Agriculture Science*,21 (6): 1248-1253. p.

13. FAN, X. L., BEZERRA, J. D. P., TIAN, C.-M., CROUS, P. W. (2020): *Cytospora* (Diaporthales) in China. In: *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 45 (1): 1-45. p.
14. FAN, X. L., HYDE, K. D., YANG, Q., LIANG, Y.-M., MA, R., TIAN, C.-M. (2015): *Cytospora* species associated with canker disease of three anti-desertification plants in northwestern China. In: *Phytotaxa*, 197 (4): 227–244. p.
15. GARTNER, H. (1971): Versuche zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* (Grauschimmel) als Traubenfaule. In: *Mitteilungen Klosterneuburg*: 183-198. p.
16. GORMEZ, A., SAHIN, F., GULLUCE, M., ASLAN, I. (2013): Identification and characterization of *Pseudomonas syringae* isolated from apricot trees in the erzurum province of Turkey and evaluation of cultivar reaction. In: *Journal of Plant Pathology*: 525-532. p.
17. GUILBAUD, C., MORRIS, C. E., BARAKAT, M., ORTET, P., BERGE, O. (2016): Isolation and identification of *Pseudomonas syringae* facilitated by a PCR targeting the whole *P. syringae* group. In: *FEMS Microbiology Ecology*, 92 (1): fiv146. p.
18. HUSZ, B. (1941): A beteg növény és gyógyítása. Budapest: A Királyi Magyar Természettudományi Társulat. 62 p.
19. IVIĆ, D., PLAVEC, J., IVANČAN, G. (2017): The occurrence of ‘*Candidatus Phytoplasma prunorum*’ in apricot orchards in Baranja. In: *Pomologia Croatica.: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 21 (1-2): 101-106. p.
20. JARAUSCH, B., MUHLENZ, I., BECK, A., LAMPE, I., HARZER, U., JARAUSCH, W. (2008): Epidemiology of European stone fruit yellows in Germany. In: *Acta Horticulturae*, 781: 417–422. p.
21. JARAUSCH, W., DANET, J. L., LABONNE, G., DOSBA, F., BROQUAIRE, J. M., SAILLARD, C., GARNIER, M. (2001): Mapping the spread of apricot chlorotic leaf roll (ACLR) in southern France and implication of *Cacopsylla pruni* as a vector of European stone fruit yellows (ESFY) phytoplasmas. In: *Plant Pathology*, 50 (6): 782-790. p.
22. JARAUSCH, W., JARAUSCH, B., FRITZ, M., RUNNE, M., ETROPOLSKA, A., PFEILSTETTER, E. (2019): Epidemiology of European stone fruit yellows in Germany: the role of wild *Prunus spinosa*. In: *European Journal of Plant Pathology*, 154 (2): 463-476. p.
23. JARAUSCH, W., LANSAC, M., SAILLARD, C., BROQUAIRE, J. M., DOSBA, F. (1998): PCR assay for specific detection of European stone fruit yellows phytoplasmas and its use for epidemiological studies in France. In: *European Journal of Plant Pathology*, 104 (1): 17-27. p.

24. KENNELLY, M. M., CAZORLA, F. M., DE VICENTE, A., RAMOS, C., SUNDIN, G. W. (2007): *Pseudomonas syringae* diseases of fruit trees: progress toward understanding and control. In: *Plant Disease*, 91 (1): 4-17. p.
25. KISON, H., SEEMÜLLER, E. (2001): Differences in strain virulence of the European stone fruit yellows phytoplasma and susceptibility of stone fruit trees on various rootstocks to this pathogen. In: *Journal of Phytopathology*, 149 (9): 533-541. p.
26. KLEMENT, Z. (1977a): Bacterial canker and dieback disease of apricots (*Pseudomonas syringae* van Hall). In: *EPPO Bulletin*, 7 (1): 57-68. p.
27. KLEMENT, Z. (1977b): Introduction-Apricot Apoplexy. In: *EPPO Bulletin*, 7 (1): 7-9. p.
28. LABONNE, G., LICHOU, J. (2004): Data on the life cycle of *Cacopsylla pruni*, *Psyllidae* vector of European stone fruit yellows (ESFY) phytoplasma, in France. In: *Acta Horticulturae*, 657: 465-470. p.
29. LAMICHHANE, J. R., VARVARO, L., PARISI, L., AUDERGON, J.-M., MORRIS, C. E. (2014): Disease and frost damage of woody plants caused by *Pseudomonas syringae*: seeing the forest for the trees. In: *Advances in Agronomy*, 126: 235-295. p.
30. LAWRENCE, D. P., HOLLAND, L. A., NOURI, M. T., TRAVADON, R., ABRAMIAN, A., MICHAILIDES, T. J., TROUILLAS, F. P. (2018): Molecular phylogeny of *Cytospora* species associated with canker diseases of fruit and nut crops in California, with the descriptions of ten new species and one new combination. In: *IMA fungus*, 9 (2): 333-369. p.
31. LEPRES, L. A., MERGENTHALER, E., VICZIÁN, O., TÓTH, F. (2018): A szilva levélbolha (*Cacopsylla pruni* Scopoli, 1763) jelenlétének felmérése és „*Candidatus* Phytoplasma prunorum” kórokozóval való fertőzöttségének vizsgálata egy heves megyei kajszibarack ültetvényben. In: *Növényvédelem*, 54 (5): 197-203. p.
32. LUO, Y., GU, S., FELTS, D., PUCKETT, R. D., MORGAN, D. P., MICHAILIDES, T. J. (2017): Development of qPCR systems to quantify shoot infections by canker-causing pathogens in stone fruits and nut crops. In: *Journal of Applied Microbiology*, 122 (2): 416-428. p.
33. MARIE-JEANNE, V., BONNOT, F., THÉBAUD, G., PECCOUD, J., LABONNE, G., SAUVION, N. (2020): Multi-scale spatial genetic structure of the vector-borne pathogen ‘*Candidatus* Phytoplasma prunorum’ in orchards and in wild habitats. In: *Scientific Reports*, 10 (1): 1-13. p.
34. MERGENTHALER, E. (2004): Fitoplazmás betegségek Magyarországon: Korszerű diagnosztikai módszerek fejlesztése. Doktori értekezés. Budapest: Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. 164. p.
35. MOALE, C., SEPTAR, L. (2019): The resistance of apricot genotypes to the attack of certain pathogens in Romania. In: *Acta Horticulturae*, 1242: 369-378. p.

36. MORVAN, G. (1977): Apricot chlorotic leaf roll. In: *EPPO Bulletin*, 7 (1): 37-55. p.
37. NAGY, P., LANTOS, A. (1998): Breeding stone fruit rootstocks in Hungary. In: *Acta Horticulturae*: 199-202. p.
38. NEČAS, T., KISS, T., EICHMEIER, A., NEČASOVA, J., ONDRÁŠEK, I. (2018): The effect of phytoplasma disease caused by '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' on the phenological and pomological traits in apricot trees. In: *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46 (1): 107-114. p.
39. NEČAS, T., ONDRÁŠEK, I., KRŠKA, B. (2015): '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' - a pathogen spreading uncontrollably in apricot orchards in the Czech Republic. In: *Acta Horticulturae*, 1105: 131-136. p.
40. NYUJTÓ, F., SURÁNYI, D. (1981): A kajszibarack kultúrtörténete. In: NYUJTÓ, F., SURÁNYI, D. (szerk.) *Kajszibarack*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 45-48. p.
41. NYUJTÓ, F., TOMCSÁNYI, P. (1959): A kajszibarack és termesztése. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
42. OETTL, S., SCHLINK, K. (2015): Molecular identification of two vector species, *Cacopsylla melanoneura* and *Cacopsylla picta* (Hemiptera: Psyllidae), of apple proliferation disease and further common psyllids of Northern Italy. In: *Journal of Economic Entomology*, 108 (5): 2174-2183. p.
43. OSSIANNILSSON, F. (1992): Subfamily Psyllinae: Genus *Cacopsylla*. In: KRISTENSEN, N. P. (szerk.) *The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Leiden: Brill. 339. p.
44. PECCOUD, J., LABONNE, G., SAUVION, N. (2013): Molecular test to assign individuals within the *Cacopsylla pruni* complex. In: *PLoS One*, 8 (8): e72454. p.
45. PEDRYC, A. (2003): A kajszibarack nemesítése. In: PÉNZES, B., SZALAY, L. (szerk.) *Kajszibarack*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 53-81. p.
46. POKHAREL, R. (2013): Cytospora canker in tree fruit crops. In: *Fact sheet (Colorado State University. Extension)*, 2 (953): 1-6. p.
47. POKHAREL, R. R., LARSEN, H. J. (2009a): Alternative Management of Cytospora Canker in Stone Fruits in Colorado. In: *Western Colorado Research Center Annual report*, TR 09-12: 55-62. p.
48. POKHAREL, R. R., LARSEN, H. J. (2009b): Incidence, Severity and Management of Cytospora Canker in Stone Fruits in Colorado. In: *Colorado State University Agricultural Experiment Station Technical Report*, TR 09-12: 55-61. p.
49. PRUNIER, J. P., JULLIAN, J. P., AUDERGON, J. M. (1999): Influence of rootstock and the height of grafting on the susceptibility of apricot cultivars to bacterial canker. In: *Acta Horticulturae*, 488: 643-648. p.

50. REJLOVÁ, M., VALENTOVÁ, L., ČMEJLA, R. (2021): Zdravotní stav a patogeny v experimentální výsadbě meruněk: Vývoj v čase. In: *Vědecké Práce Ovocnářské*, 27 (2): 119-132. p.
51. RIEDLE-BAUER, M., PALESKIĆ, C., SCHWANZER, J., KÖLBER, M., BACHINGER, K., ANTONIELLI, L., SCHÖNHUBER, C., ELEK, R., STRADINGER, J., EMBERGER, M. (2019): Epidemiological and molecular study on 'Candidatus Phytoplasma prunorum' in Austria and Hungary. In: *Annals of Applied Biology*, 175 (3): 400-414. p.
52. ROZSNYAY, D. S. (1963): La culture des abricots en Hongrie et ses problèmes. In: *Ann. Epiphyties*, 14 (2): 134-136. p.
53. ROZSNYAY, D. S., KLEMENT, Z. (1973): Apoplexy of apricots. II. Cytosporal die-back and the simultaneous infection of *Pseudomonas syringae* and *Cytospora cincta* on apricots. In: *Acta Phytopathologica*, (8): 57-69. p.
54. ROZSNYAY, Z. (1977): Cytospora canker and dieback of Apricots. In: *EPPO Bulletin*, 7 (1): 69-80. p.
55. ROZSNYAY, Z. D., KLEMENT, Z. (1977): Simultaneous Infection by *Pseudomonas syringae* van Hall and *Cytospora cincta* Sacc. on Apricots. In: *EPPO Bulletin*, 7 (1): 81-84. p.
56. SAMBROOK, J., RUSSELL, D. W. (2001): Molecular cloning: a laboratory manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
57. SANGER, F., COULSON, A. R. (1975): A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase. In: *Journal of Molecular Biology*, 94 (3): 441-448. p.
58. SCORTICHINI, M. (2006): Severe outbreak of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on new apricot cultivars in central Italy. In: *Journal of Plant Pathology*, 88 (3): 65-70. p.
59. SORENSEN, K. N., KIM, K. H., TAKEMOTO, J. Y. (1998): PCR detection of cyclic lipodepsinonapeptide-producing *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and similarity of strains. In: *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (1): 226-230. p.
60. SURÁNYI, D. (2003): A kajszi jelentősége, termesztésének története és helyzete. In: PÉNZES, B., SZALAY, L. (szerk.) *Kajszi*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 11-29. p.
61. SURVE-IYER, R. S., ADAMS, G. C., IEZZONI, A. F., JONES, A. L. (1995): Isozyme detection and variation in *Leucostoma* species from *Prunus* and *Malus*. In: *Mycologia*, 87 (4): 471-482. p.
62. SÜLE, S. (2014): Phytoplasma diseases on fruits in Hungary. In: *Acta Agraria Debreceniensis*, (62): 24-29. p.
63. SZALAY, L. (2003): A kajszi ökológiai igényei. In: PÉNZES, B., SZALAY, L. (szerk.) *Kajszi*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 41. p.

64. VICZIÁN, O., KISS, B., KISS, E., OROSZ, S., JUHÁSZ, A. L., MERGENTHALER, E. (2017): Mit tudunk a 'Ca. Phytoplasma prunorum' fitoplazma terjedéséről ma és mit gondolunk ugyanerről? In: *Növényvédelem*, 53 (12): 525-531. p.
65. WARABIEDA, W., SOIKA, G., CIEŚLIŃSKA, M. (2018): *Cacopsylla pruni* in Poland and its significance as a vector of 'Candidatus Phytoplasma prunorum'. In: *Zemdirbyste-Agriculture*, 105 (2): 177-182. p.
66. WILLISON, R. S. (1936): Peach canker investigations: II. Infection studies. In: *Canadian Journal of Research*, 14 (1): 27-44. p.
67. YILDIZ, R. C., HORUZ, S., KARATAS, A., AYSAN, Y. (2016): Identification and disease incidence of bacterial canker on stone fruits in the eastern Mediterranean Region, Turkey. In: *Acta Horticulturae*, 1149: 21-23. p.
68. YILMAZ, E., ERINCIK, Ö. (2017): Determination of Reactions of Some Stone Fruit Cultivars, Commonly Grown in Turkey, against *Leucostoma* spp. In: *The Journal of Turkish Phytopathology*, 46 (1): 15-24. p.
69. ŽEŽLINA, I., ROT, M., KAČ, M., TRDAN, S. (2016): Causal agents of stone fruit diseases in Slovenia and the potential for diminishing their economic impact—a review. In: *Plant Protection Science*, 52 (3): 149-157. p.

Elektronikus hivatkozások

1. BURCKHARDT, D., JARAUSCH, W. (2007a): Identification key for the Central European *Cacopsylla* species. Naturhistorisches museum Basel, archive des lebens.: Online: http://www.psyllidkey.eu/steckbrief/pdf/cacopsylla_pruni_engl.pdf, Keresőprogram: Google scholar, Kulcsszavak: identification key, *Cacopsylla pruni*. Lekérdezés időpontja: 2015.03.01.
2. BURCKHARDT, D., JARAUSCH, W. (2007b): Identification key for the Central European *Cacopsylla* species. Naturhistorisches museum Basel, archive des lebens.: http://www.psyllidkey.eu/steckbrief/pdf/cacopsylla_crataegi_engl.pdf, Keresőprogram: Google scholar, Kulcsszavak: identification key, *Cacopsylla crataegi*. Lekérdezés időpontja: 2015.03.01.
3. R CORE TEAM. (2023): A Language and Environment for Statistical Computing; <https://www.r-project.org>. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria. Lekérdezés időpontja: 2023. 11. 11.
4. NCBI (2023): National Center for Biotechnology Information (adatbázis): <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> Keresőprogram: Google, Kulcsszavak: NCBI. Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 10.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

1. Impakt faktoros folyóiratban megjelent közlemények

Koncz, L. S., Petróczy, M., Péntes, B., Ladányi, M., Palkovics, L., Gyócsi, P., Nagy, G., Ágoston, J., Fail, J. (2023). Detection of 'Candidatus Phytoplasma prunorum' in Apricot Trees and its Associated Psyllid Samples. *Agronomy*, 13(1), 199. IF érték: 3,7

2. Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Koncz, L. S. Kiss A., Ladányi, M., Petróczy, M.; Palkovics, L., Nagy, G. (2021). Algatartalmú növénykondicionálók közvetett hatása a *Cytospora leucostoma* kórokozóra. *Növényvédelem*, 82(7), 287-296.

Koncz, L. S. Maitz, M., Reichhardt, B., Ladányi, M., Palkovics, L., Kovács, G., Ágoston, J., Nagy, G., Petróczy, M. (2024). Evaluation the Significance of 'Candidatus Phytoplasma Prunorum' Pathogen for Apricot Cultivars. *Universal Journal of Plant Science*, 11(1), 1 - 10.

3. Konferencia összefoglalók

Koncz L. S., Nagy G. (2015): A gutaütés kártétele Budapest környéki kajszisokban, különös tekintettel a fitoplazmás elhalásra. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXXII.), 2015.11.25. Budapest, 54-62 p.

Koncz L., Petróczy M., Ladányi M., Nagy G. (2017): Severity of symptoms of European stone fruit yellows on different apricot varieties. 15th Wellmann International Scientific Conference - Review on Agriculture and Rural Development 6: 63-70 p.

Koncz L. S., Pájtli É., Nagy G. (2015): Előzetes felvételezési adatok a kajszi gutaütésszerű elhalásáról Budapest környéki ültetvényekben, 61. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2015. 02. 17-18., Budapest. Összefoglalók p: 61 p.

Koncz L. S., Petróczy M., Nagy G. (2018): Az apoplexia kórokozóinak jelenléte pest megyei kajszi ültetvényekben. 64. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2018. 02. 20-21., Budapest. Összefoglalók: 58 p.

Czibulyás P., Koncz L. S., Péntes B. (2018): A kajszi ültetvényekben előforduló levélbolhák és szerepük a 'Candidatus phytoplasma prunorum' kórokozó terjesztésében 64. Növényvédelmi Tudományos Napok, 2018. 02. 20-21., Budapest. Összefoglalók: 22 p.

Koncz L. S., Márton V., Ladányi M., Nagy G., Palkovics L., Petróczy M. (2023): Kontakt hatásmechanizmusú növényvédő szerek in vitro hatékonysága a *Cytospora leucostoma* kórokozóval szemben / In vitro efficacy of contact pesticides against *Cytospora leucostoma*, 28. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, 2023. 10. 24-26. Debrecen.